

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 633.12:631.524.5 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.03

ESTIMATION OF YIELD AND ADAPTIVE CHARACTERISTICS OF BUCKWHEAT
GENEPOOLO. V. Tryhub^{1*}O. M. Kutsenko²V. V. Liashenko²K. O. Dudka²ORCID  [0000-0003-3346-9828](https://orcid.org/0000-0003-3346-9828)ORCID  [0000-0001-8692-2302](https://orcid.org/0000-0001-8692-2302)ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)¹ Ustymivka Experimental Station of Plant Production
v. Ustymivka Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine² Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: tryhub_oleg@ukr.net

How to Cite

Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Dudka, K. O. (2021). Estimation of yield and adaptive characteristics of buckwheat genepool. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 27–36. doi: 10.31210/visnyk2021.03.03

Solving the problem of ensuring the breeding process by selection material of various origin and genetic basis was substantiated and disclosed in the article. This is one of the essential conditions for effective creation of varieties and hybrids with corresponding parameters of yield characteristics and indicators of their stable manifestation in changeable and often contrast environmental conditions. The study of different selection material, its assessment, description and differentiation according to definite levels of signs' manifestation is possible while working with the collection samples of the National Collection of Buckwheat in Ukraine. The use of optimal approaches to applying the techniques of assessing the impact of environmental factors and genetic potential of the variety material is not less important. Complex using of assessment techniques enables to optimize considerably the process of searching parent forms. The researches as to the article theme were conducted for 20 years. To analyze the obtained data of studying yield characteristics, the methods of estimating the resistance to the action of abiotic factors and determining the linear regression coefficient (b_i), dispersion coefficient (S^2_i), variety resistance to stress and genetic plasticity, stability index, homeostatic balance and breeding value were used. As a result of studying the set of samples amounting more than 200, the collection was formed (39 samples), based on which the effectiveness of applying different techniques on buckwheat was analyzed and drawbacks of certain methods were revealed as well as the best ones were recommended. As the result of assessment, the following best varieties by stability parameters among the set of geographically remote cultivars were chosen: Volodar, Determinant 11, Anita Belorusskaia, Iliia, Charovnitsa, Lakneia, Ufimskaia Primorskaia 7, Batyr, Mordovskaia 124, Ceska Krajova, Ketovace, Arno; by plasticity, Yelena, Podolianka, Roksolana, Populiatsiia 7/07, Olha, СІН 3/02, Sofia, П-330, П-455, П-620, Yaroslavna, Sumchanka, Selianochka, Ruslana, Slobozhanka, Ariesa, and Ceska Krajova were the best; by selection value, Roksolana, Volodar, П-3326 П-455, Determinant 11, П-485, Selianochka, Slobozhanka, Anita Belorusskaia, Iliia, Lakneia, Marta, Adigel, Ufimskaia, Batyr, Mordovskaia 124, Ceska Krajova, Ketavace, and Arno were the best varieties.

Key words: buckwheat, yield, stability, plasticity, selection value.

ОЦІНКА УРОЖАЙНОСТІ ТА АДАПТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНОФОНДУ ГРЕЧКИ

О. В. Тригуб¹, О. М. Куценко², В. В. Ляшенко², К. О. Дудка²

¹ Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Полтавська область, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано та розкрито вирішення проблеми забезпечення селекційного процесу різноманітним за походженням і генетичною основою селекційним матеріалом як однієї з базових умов отримання результату зі створення сортів і гібридів з відповідними параметрами врожайних характеристик та показників їх стабільного прояву у змінних, часто контрастних, умовах середовища. Дослідження різноманітного селекційного матеріалу, його оцінка, опис і диференціація за певними рівнями прояву ознак найбільш імовірна при роботі з колекційними зразками, складниками Національної колекції гречки в Україні. Не менш важливим є застосування оптимальних підходів до використання в роботі методик оцінки впливу факторів середовища та генетичного потенціалу самого сортового матеріалу. Комплексне застосування методик оцінки дає змогу значно оптимізувати процес пошуку вихідних форм. Дослідження за темою статті проводили протягом 20 років. Для аналізу отриманих даних вивчення урожайних характеристик застосовано методи оцінки стійкості до дії абіотичних чинників з визначенням коефіцієнта лінійної регресії (b_i), коефіцієнта дисперсії (S^2), стійкості сортів до стресу та генетичної пластичності, індексу стабільності, гомеостатичності та селекційної цінності. В результаті дослідження набору зразків загальною кількістю понад 200 штук було сформовано колекцію (39 зразків), на основі якої проаналізовано ефективність застосування на гречці тих чи тих методик, виявлено недоліки певних із них і рекомендовано кращі. Результатом оцінки є виокремлення із широкого набору географічно віддалених сортів кращих за параметрами стабільності – Володар, Детермінант 11, Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея, Уфімская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124, Ceska Krajova, Keta vase, Арно, пластичності – Єлена, Подолянка, Роксолана, Популяція 7/07, Ольга, СИН 3/02, Софія, П-330, П-455, П-620, Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка, Ареса, Ceska Krajova, селекційної цінності – Роксолана, Володар, П-332, П-455, Детермінант 11, П-485, Селяночка, Слобожанка, Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта, Агідель, Уфімская, Батир, Мордовская 124, Ceska Krajova, Keta vase і Арно.

Ключові слова: гречка, урожайність, стабільність, пластичність, селекційна цінність.

Вступ

Генотип, середовище та їхня взаємодія є базовими компонентами, що формують рівень урожайності будь-якого сорту всіх без виключення культур. Людина, створюючи сорти, намагається пристосувати селекційний матеріал під вимоги середовища, створити генотип, здатний швидко і адекватно реагувати на зміну умов вирощування, мати можливість реалізовувати свій генетичний потенціал у якомога ширшому діапазоні змінних параметрів навколишнього середовища. Особливо актуально це для культур, що мають підвищену чутливість до кліматичних чинників вирощування [1, 2], серед яких і гречка – культура, що останнім часом особливо відчутно втратила свої позиції у сільськогосподарських товаровиробників [3, 4]. Надзвичайно висока потенційна продуктивність гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench.) реалізується у виробництві лише на 10–15 %, а біологічні можливості – на 3–5 %. Під час вегетації гречкова рослина може формувати до 3 тис. квіток [5], але в реальності при збиранні отримуємо менше 50 зернин.

Працею багатьох дослідників гречки і селекціонерів із величезного і надзвичайно різноманітного генофонду виділено, відселектовано та передано у виробництво сорти з потенціалом зернової продуктивності понад 40 ц/га; створено матеріал з відмінними характеристиками за медоносністю, з підвищеним вмістом антиоксидантних речовин, скоростиглі сорти як складники сівозмін із поживними компонентами та такі, що мають високі рослини із сильним гілкуванням та швидким ростом вегетативної маси, придатні для використання як зелене добриво [6]. Нерозв'язаною проблемою при цьому залишається надзвичайна чутливість рослин до параметрів умов середовища як у фази вегетативного, так і генеративного розвитку. Всі зусилля виробничників можуть звести нанівець пізні весняні заморозки, посуха перших літніх місяців чи високі температури в період цвітіння [7].

На сьогодні головними завданнями, що розв'язують науковці при роботі з гречкою є розширення поліморфізму, використовуюваного в селекції генофонду, та пошук більш стійких до умов середовища форм, з подальшим упровадженням їх у селекційні програми [8]. Найбільш придатною базою для такої роботи є колекційні зібрання, де сконцентровано генетично різноманітний матеріал [9]. Колекції дають змогу не лише зберігати різноманітний матеріал, але й у контрольованих контрастних умовах провести порівняльний аналіз сортового матеріалу та місцевих сортів і форм різного еколого-географічного походження, різного як за методами створення, так і за часом селектування [10].

Національна колекція гречки вміщує понад 2000 автентичних зразків різного видового і сортового складу, що охоплюють за походженням всю територію України та є представниками понад 30 країн світу [11]. Зважаючи на завдання з розширення стійкості майбутнього сортового матеріалу до абіотичних чинників, особливо цінними є форми, зібрані протягом останнього століття в різних кутках світу. Аналіз літературних джерел та результати власних досліджень, проведених у різних кліматичних умовах, дають змогу виокремити потенційно більш адаптивний матеріал, зважаючи на місце його збору чи селекції (специфічність агрокліматичних умов регіонів світу).

Мета дослідження: оцінити урожайність та адаптивні характеристики генофонду гречки, зважаючи на різноманітний за походженням і генетичною основою селекційний матеріал.

Завдання дослідження: визначити та проаналізувати показники рівня врожайності сортів гречки за період дослідження; розрахувати і дослідити адаптивні характеристики обраних сортів гречки за такими показниками: коефіцієнт лінійної регресії, показник стабільності, стійкість сортів до стресу, генетична пластичність, індекс стабільності, селекційна цінність, рівень гомеостатичності.

Матеріали і методика досліджень

За результатами понад 20-річних досліджень із колекції гречки Устимівської дослідної станції рослинництва було виділено матеріал, що кардинально відрізняється за типом росту та розвитку (за темпами та тривалістю проходження фаз розвитку, параметрами посухостійкості та толерантності до високих температур, технічними характеристиками зерна, тощо). Такий матеріал послужив основою для закладки розсадника вивчення колекційних зразків за комплексом господарських та біологічних ознак. Дослідження проведено в одній географічній точці, але вивчення раніше скрінінгованого матеріалу, що здійснено протягом останніх 5–7 років, дозволило оцінити генофонд у різноманітних, абсолютно контрастних умовах середовища за кліматичними факторами (температурним режимом та кількістю опадів різних фаз росту). Підтвердженням цьому є дані таблиці 1.

Загалом найбільш сприятливими за період «квітень–вересень» (коли в більшості регіонів України культивується гречка) можна вважати умови 2014, 2015 та 2019 років (ГТК=0,84–0,91). Але якщо 2014 року такий рівень гідро-термічного коефіцієнта визначила нормальна кількість опадів при підвищених температурах, то 2019 року на загальний рівень ГТК вплинула надмірна кількість опадів у травні, яка змусила перенести посів на максимально пізні терміни – III декаду травня. Більшість років у зоні діяльності Устимівської дослідної станції рослинництва (Устимівської ДСР) у період «посів-сходи» кліматичні умови є максимально сприятливими для отримання дружних і сильних сходів.

Значна кількість років вивчення мали сприятливі умови і в період «сходи–цвітіння» (екстремальні умови склалися лише 2017 року – на фоні підвищених температур майже повна відсутність опадів). Найбільш екстремальними умовами вирізняється період «повне цвітіння–достигання» (липень–серпень). У багатьох роках вивчення в цей період спостерігаються максимально екстремальні умови (особливо в серпні), коли температура повітря перевищує середньобогаторічний показник на 2,2–6,2 °C при майже повній відсутності опадів (2,4 мм 2020 і 3,2 мм 2018 років). Наведені дані вказують на абсолютне різноманіття умов, у яких відбувалась оцінка зразків як за роками вирощування, так і за певними фазами росту і розвитку [12].

Загалом вихідним матеріалом для досліджень слугували 218 зразків гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench.) із 7 країн світу. Було відібрано сучасні селекційні сорти, занесені до реєстрів в Україні, Російській Федерації, Республіці Білорусь, сорти зарубіжної селекції, що зберігаються в колекції установи, власний перспективний селекційний матеріал та найбільш унікальні за показниками екологічної пластичності місцеві сорти та форми, залучені до колекції в результаті експедиційних зборів протягом останніх 70 років.

1. Метеорологічні дані періоду вивчення колекційного матеріалу гречки (2014–2020 роки)

Роки вивчення	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень			За вегет. період		
	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК
2014	11,2	31,2	0,93	19,7	63,1	1,03	20,5	50,2	0,82	24,1	50,0	0,67	24,0	48,1	0,65	16,8	54,8	1,09	19,44	297,40	0,84
2015	10,1	40,9	0,35	17,6	56,5	1,04	21,0	123,5	1,96	22,8	46,7	0,66	23,0	9,0	0,13	13,6	24,6	0,60	18,07	301,20	0,91
2016	13,7	35,9	0,87	16,9	89,5	1,71	21,5	59,1	0,92	24,1	37,5	0,50	22,8	65,6	0,93	16,5	6,3	0,13	19,28	293,90	0,83
2017	11,5	15,9	0,46	16,5	30,6	0,60	21,9	14,7	0,22	22,5	92,2	1,32	24,8	3,7	0,05	18,1	36,1	0,66	19,25	193,20	0,55
2018	13,8	9,8	0,24	20,3	27,7	0,44	22,2	31,8	0,48	23,8	47,9	0,65	26,0	3,2	0,04	18,5	53,0	0,95	20,81	173,40	0,46
2019	11,6	28,6	0,82	18,5	130,7	2,28	24,5	62,7	0,85	22,3	56,3	0,81	22,0	14,3	0,21	16,6	29,8	0,60	19,28	322,40	0,91
2020	10,8	11,9	0,37	14,8	81,2	1,77	23,8	27,7	0,39	24,0	31,4	0,42	23,0	2,4	0,03	19,9	25,3	0,42	19,40	179,90	0,51
середні багаторічні	8,9	44,0	1,65	15,9	50,0	1,01	19,5	57,0	0,97	21,0	72,0	1,11	19,8	58,0	0,94	14,4	56,0	1,30	16,62	337,0	1,11

Системне вивчення за комплексом ознак дало змогу виділити групу найбільш цінних генотипів, що вирізняються максимальним вираженням показників адаптивної пристосованості до дії чинників середовища в різні періоди вегетативного та генеративного розвитку. Для подальшої роботи було відібрано 39 зразків різного походження (Україна, Республіка Білорусь, Російська Федерація, Польща, Канада, Чехія та Японія), що проявляли різний рівень реакції на дію природних чинників та забезпечували формування підвищеної урожайності.

Дослідження (фенологічні спостереження та обліки, морфологічний опис, класифікацію за рівнем прояву господарсько-цінних ознак та біологічних властивостей) проведено відповідно до «Широкого уніфікованого класифікатора роду Гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench.)» [13] та «Методики проведення експертизи сортів гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench) на відмінність, однорідність і стабільність» [14, 15]. Зразки висівалися в оптимальний строк для даної зони вирощування (перша–друга декада травня) в колекційних розсадниках на ділянках площею 4,05 м², з міжряддями 0,45 м по 80 насінин на погонний метр. Сорти-стандарт висівали через кожні 10 номерів колекційних зразків. Польові дослідження розміщувалися в селекційно-насінницькій сівоzmіні, попередник – озимі зернові культури та застосовувалася загально прийнята технологія вирощування гречки.

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [16]. Для оцінки адаптивних властивостей, параметрів стабільності і екологічної пластичності застосовували методи S. A. Eberhart і W. A. Russell у викладі В. З. Пакудіна і Л. М. Лопатіної [17], розраховували як коефіцієнт пластичності – коефіцієнт лінійної регресії (b_1), як варіант стабільності – коефіцієнт дисперсії (S^2_1). За А. А. Rossielle і J. Hemblin (у викладі А. А. Гончаренко) [18] визначали стійкість сортів до стресу ($Y_{\min}-Y_{\max}$) та генетичну пластичність $((Y_{\max}+Y_{\min})/2)$, за Р. А. Удачіним і А. П. Головченко – індекс стабільності (IC) [19], за В. В. Хангільдіним і Н. А. Литвиненко [20] – гомеостатичність (Hom) і селекційну цінність (Sc).

Результати досліджень та їх обговорення

Урожайність – є найбільш вагомим показником при оцінці параметрів екологічної пластичності та стабільності сортів, оскільки формує уяву про чутливість їх до покращення умов вирощування та можливість і доцільність використання різних за інтенсивністю технологій. Урожайний потенціал сорту проявляється в конкретних умовах року, при цьому деякі параметри середовища є більш сприятливими для рослин окремих сортів, що пояснюється специфічністю регіонів походження – місць призначення використання сортового матеріалу.

У середньому за роки вивчення урожайність сортів досліджуваної групи коливалася від 155 до 268 г/м² за умови середнього показника 217 г/м² (таблиця 2). При цьому рівень реакції сортового матеріалу на специфічні умови певних періодів вегетації суттєво відрізнявся, спричиняючи зміну

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

урожайності за роками. Найбільш суттєво вплинули умови періодів «масове цвітіння–достигання». У гречки він визначає, скільки зерна утвориться рослиною і скільки з нього збережеться до збирання. Більш ранні періоди вегетації не мали такого суттєвого впливу на результат, оскільки гречкова рослина здатна суттєво компенсувати екстремальність умов середовища вегетативних періодів розвитку при проходженні подальшої вегетації. Гречка здатна також дещо компенсувати екстремальність погодних умов і генеративного періоду за рахунок розтягнутості цвітіння, і таким чином, набуває можливості сформувати плоди в більш сприятливих мовах. Але загалом вплив погодних умов на результати урожайності сортів надзвичайно значний та за даними низки авторів коливається від 35 до 60 % [21].

2. Показники рівня врожайності сортів гречки за період 2014–2020 років

№ з/п	Назва сорту	Походження	Урожайність, кг/м ²			Коефіцієнт варіації, V, %
			середня	min	max	
1	Єлена	Хмельницька обл.	0,225	0,174	0,283	24,5
2	Подольська	Хмельницька обл.	0,207	0,182	0,253	19,6
3	Роксолана	Хмельницька обл.	0,249	0,208	0,305	20,3
4	Популяція 7/07	Хмельницька обл.	0,233	0,198	0,285	19,5
5	Академічна	Хмельницька обл.	0,184	0,131	0,237	28,7
6	Володар	Хмельницька обл.	0,220	0,201	0,243	9,6
7	Ольга	Київська обл.	0,217	0,178	0,274	23,1
8	Надійна	Київська обл.	0,177	0,131	0,232	28,8
9	Рута	Київська обл.	0,155	0,117	0,196	25,3
10	СИН 3/02	Київська обл.	0,252	0,189	0,322	26,4
11	Софія	Київська обл.	0,228	0,177	0,287	24,5
12	П-330	Полтавська обл.	0,268	0,212	0,342	24,9
13	П-332	Полтавська обл.	0,228	0,203	0,272	16,8
14	П-455	Полтавська обл.	0,244	0,208	0,298	19,5
15	Детермінантна 8	Полтавська обл.	0,205	0,177	0,258	22,4
16	П-620	Полтавська обл.	0,243	0,203	0,298	20,2
17	Детермінант 11	Полтавська обл.	0,222	0,208	0,231	5,5
18	П-485	Полтавська обл.	0,234	0,216	0,267	12,2
19	Ярославна	Сумська обл.	0,228	0,187	0,288	23,1
20	Сумчанка	Сумська обл.	0,216	0,178	0,272	22,9
21	Селяночка	Сумська обл.	0,240	0,201	0,294	20,2
22	Руслана	Сумська обл.	0,220	0,177	0,273	22,1
23	Слобожанка	Сумська обл.	0,226	0,199	0,276	19,4
24	Аніта Белорусская	Мінська обл.	0,214	0,202	0,226	5,6
25	Ілія	Мінська обл.	0,218	0,202	0,234	7,3
26	Чаровніца	Мінська обл.	0,203	0,172	0,230	14,4
27	Лакнея	Мінська обл.	0,212	0,200	0,231	7,7
28	Марта	Мінська обл.	0,228	0,202	0,248	10,4
29	Ареса	Мінська обл.	0,220	0,181	0,257	17,3
30	Агідель	Башкортостан	0,205	0,188	0,223	8,5
31	Уфимская	Башкортостан	0,205	0,189	0,228	9,9
32	Приморская 7	Приморський кр.	0,195	0,182	0,216	9,4
33	Батир	Татарстан	0,227	0,198	0,256	12,8
34	Мордовская 124	Мордовія	0,193	0,180	0,204	6,3
35	Грушовская	Польща	0,201	0,174	0,227	13,2
36	Ceska Krajova	Чехія	0,220	0,202	0,241	9,0
37	Бай Чен	Китай	0,207	0,188	0,231	10,5
38	Кетавасе	Японія	0,199	0,186	0,210	6,1
39	Арно	Канада	0,203	0,195	0,216	5,7
По групі вивчення			0,217	0,117	0,342	16,1

Різноманіття застосованих у дослідженні характеристик стійкості до чинників середовища через реалізацію потенціалу урожайності в різних умовах середовища мало на меті перевірити доцільність застосування кожного з них на гречці.

Однією з базових характеристик зміни урожайності є коефіцієнт варіації, який вказує на зміну її рівня протягом років дослідження. За результатами вивчення групи зразків він становив 16,1, з коливаннями від 5,5 до 28,8 %. Причому відзначалася загальна тенденція – значна зміна рівня врожайності за роками у всіх без виключення сортів як реакція на покращення умов вирощування. Тому важливим було виявити реакцію сортів із більшим рівнем врожайності, так і проаналізувати весь матеріал за цим показником. Причому цінними є і сорти, що мають підвищену врожайністю та високу стабільність (низький коефіцієнт варіації) за роками, так і сорти з високою реакцією на зміну умов вирощування – як пластичний матеріал, зданий зреагувати на покращення зовнішніх умов (як погодних, так і технологічних). До врожайних і більш стабільних сортів можна віднести такі – Популяція 7/07, Володар та Роксолана (Хмельницька обл.), П-332, П-455, П-485 (Полтавська обл.), Слобожанка (Сумська обл.), Марта і Ареса (Мінська обл.), Батир (Татарстан) і Ceska Krajova (Чехія). Більшою пластичністю відзначався сортовий матеріал: Єлена (Хмельницька обл.), СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Селяночка, Руслана (Сумська обл.).

У літературі досить часто при проведенні характеристики стабільності і пластичності наводять приклад застосування методів S. A. Eberhart і W. A. Russell, при цьому розраховуючи в якості характеристики пластичності – коефіцієнт лінійної регресії (b_i) і стабільності – коефіцієнт дисперсії (S^2_i). Вважаючи, що екологічна пластичність – це середня реакція сорту на зміну умов середовища, а стабільність – відхилення емпіричних даних у певних умовах середовища від цієї середньої реакції [17].

За результатами проведених досліджень сортів гречки 2014–2020 років виявлено, що коефіцієнт лінійної регресії коливався по сортах від 0,303 до 1,947 (таблиця 3). Більш пластичними ($b_i=1,082–1,947$) виявилися сорти: Єлена, Подолянка, Роксолана, Академічна, Популяція 7/07 (Хмельницька обл.), Ольга, Надійна, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-455, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ареса (Російська Федерація). Ця група зразків виявила найбільшу реакцію на покращення умов вирощування. Частина з них мали високу врожайність (в середньому у групі), як у сприятливі роки, так і в роки з більш екстремальними погодними умовами. Такі сорти мають високу потенційну продуктивність і здатні її повною мірою розкрити в умовах інтенсивних технологій і, особливо, за сприятливих погодних умов.

За характеристикою показника стабільності S^2_i (коефіцієнта дисперсії) група вивчення мала розподіл від 0,0001 до 0,0045. До більш стабільних за рівнем урожайності віднесено матеріал з меншим рівнем S^2_i (від 0,001 до 0,010) – сорти Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 та П-485 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея та Марта (Республіка Білорусь), Агидель, Уфімская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Грушовская (Польща), Ceska Krajova (Чехія), Бай Чен (Китай), Кетавасе (Японія), Арно (Канада). Але необхідний більш детальний розподіл цього матеріалу на групи, зважаючи на рівень урожайності, а не лише рівень її стабільності. Серед цієї групи до сортів, що мали високу і стабільну урожайність (понад 0,205 кг/м²), а значить є більш привабливими як вихідний матеріал належать – Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 та П-485 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея та Марта (Республіка Білорусь), Батир (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія).

Частина дослідників для визначення стресостійкості та більшої потенційної урожайності застосовують методики, запропоновані A. A. Rossielle і J. Hemblin, при цьому визначають як маркери стійкості сортів до стресу ($Y_{\min}-Y_{\max}$) та генетичну пластичність $((Y_{\max}+Y_{\min})/2)$ [18].

Показник, що визначає генетичну пластичність $((Y_{\max}+Y_{\min})/2)$ є надзвичайно важливим для селекціонерів та дослідників. Він є критерієм відбору генетично гнучкого матеріалу для створення форм з розширеною реакцією на дію зовнішніх чинників. При цьому виділяються сорти як з більшою врожайністю, так і враховується коливання цього показника. Цей параметр особливо інформативний для науковців при багаторічних дослідженнях, оскільки нівелює усереднення при визначенні середньоарифметичних показників, а справді визначає граничні (в позитивний і негативний бік) коливання. Аналіз отриманих даних за цією характеристикою вказує на розподіл досліджуваної групи зразків на три категорії: високо- (понад 0,220 кг/м²), середньо- (0,200–220 кг/м²) і низькоурожайних (менше 0,200 кг/м²).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Показники адаптивності сортів гречки за період 2014–2020 років

№ п/п	Назва сорту	b_i	S^2_i	$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{max}+Y_{min})/2$	IC	Hom	Sc
1	Єлена	1,616	0,0030	-0,109	0,229	44,112	8,3414	0,138
2	Подольнка	1,162	0,0016	-0,072	0,217	57,057	13,014	0,148
3	Роксолана	1,488	0,0025	-0,097	0,257	50,602	12,170	0,170
4	Популяція 7/07	1,339	0,0021	-0,087	0,241	52,638	13,211	0,162
5	Академічна	1,520	0,0028	-0,106	0,184	48,536	6,0579	0,102
6	Володар	0,623	0,0004	-0,042	0,222	44,120	24,021	0,182
7	Ольга	1,482	0,0025	-0,096	0,226	43,591	9,3639	0,141
8	Надійна	1,501	0,0026	0,101	0,181	38,776	6,0286	0,100
9	Рута	1,141	0,0015	-0,079	0,156	43,449	7,7885	0,093
10	СИН 3/02	1,947	0,0044	-0,133	0,256	33,954	7,1568	0,148
11	Софія	1,635	0,0031	-0,111	0,232	48,577	8,3531	0,140
12	П-330	1,973	0,0045	-0,130	0,277	34,722	8,0887	0,167
13	П-332	1,102	0,0015	-0,069	0,237	38,948	17,791	0,170
14	П-455	1,403	0,0023	-0,091	0,253	37,114	13,167	0,170
15	Детермінантна 8	1,309	0,0021	-0,080	0,218	57,454	9,9324	0,141
16	П-620	1,447	0,0024	-0,094	0,251	48,386	12,278	0,166
17	Детермінант 11	0,303	0,0001	-0,023	0,220	30,092	37,891	0,200
18	П-485	0,824	0,0008	-0,051	0,242	37,055	13,429	0,189
19	Ярославна	1,558	0,0028	-0,101	0,238	39,198	9,3529	0,149
20	Сумчанка	1,459	0,0025	-0,094	0,225	38,808	9,5276	0,141
21	Селяночка	1,431	0,0023	-0,093	0,248	20,740	12,281	0,164
22	Руслана	1,434	0,0024	-0,095	0,225	19,062	10,211	0,143
23	Слобожанка	1,248	0,0019	-0,077	0,238	10,376	13,351	0,163
24	Аніта Белорусская	0,348	0,0001	-0,024	0,214	21,795	28,153	0,191
25	Ілія	0,459	0,0003	-0,032	0,218	10,362	22,820	0,188
26	Чаровніца	0,811	0,0008	-0,058	0,201	17,073	24,181	0,152
27	Лакнея	0,484	0,0003	-0,031	0,216	18,994	23,389	0,184
28	Марта	0,619	0,0006	-0,046	0,225	12,081	16,357	0,186
29	Ареса	1,082	0,0014	-0,076	0,219	17,436	16,693	0,155
30	Агідель	0,508	0,0003	-0,035	0,206	26,412	18,445	0,173
31	Уфимская	0,598	0,0004	-0,039	0,209	12,414	21,375	0,170
32	Пріморская 7	0,537	0,0003	-0,034	0,199	11,232	16,417	0,164
33	Батир	0,828	0,0008	-0,058	0,227	14,679	20,713	0,176
34	Мордовская 124	0,328	0,0001	-0,024	0,192	17,754	25,149	0,171
35	Грушовская	0,758	0,0007	-0,053	0,201	34,598	18,667	0,154
36	Ceska Krajova	0,582	0,0004	-0,039	0,222	28,618	21,811	0,184
37	Бай Чен	0,643	0,0005	-0,043	0,210	25,513	15,123	0,169
38	Кетавасе	0,336	0,0001	-0,024	0,198	14,600	35,786	0,176
39	Арно	0,336	0,0001	-0,021	0,206	20,146	32,880	0,183
Середнє по групі		1,031	0,0012	-0,068	0,221	31,466	19,358	0,159

Звичайно, для селекціонерів більш привабливим є високоврожайний матеріал як носій більшої потенційної врожайності і її реалізації в екстремальних умовах середовища. Цікавими є також сорти, що проявляють високий рівень врожайності у кращі за погодними умовами роки, але значно знижують її рівень в екстремальних умовах. До сортів з найбільшим коефіцієнтом генетичної пластичності за результатами дослідження віднесено – Єлена, Роксолана, Популяція7/07, Володар (Хмельницька обл.), Ольга, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-332, П-455, П-620, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), всі сорти створені в Інституті с.-г. Північного Сходу, Марта (Республіка Білорусь), Батир (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія). Відшукуючи вихідний матеріал за показниками

потенційно високої генетичної пластичності також необхідно звернути увагу на сорти: Подолянка, Детермінантна 8, Аніта Белорусская, Ілія та Лакнея.

Інший показник – стійкість сортів до стресу ($Y_{\min}-Y_{\max}$), є характеристикою стабільності, оскільки визначає зменшення рівня врожайності від дії стрес-фактора. Отримані величини добре унаочнюють коливання виходу зерна з одиниці площі. За цим показником (від -0,100 до -0,133) як найменш стабільні сорти виділилися Єлена і Академічна (Хмельницька обл.), Надійна, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330 (Полтавська обл.), Ярославна (Сумська обл.).

Водночас цей показник не повною мірою відображає об'єктивну картину коливання рівня врожайності, оскільки до цієї групи потрапив більш урожайний матеріал, у якого відповідно коливання у фізичному виразі могли бути більшими. Але, на нашу думку, більш правильним буде визначати не рівень коливання фізичної величини, а відношення цього коливання до середнього значення, виражене у відсотках. Така методика запропонована Р. А. Удачіним і А. П. Головченко для визначення індексу стабільності (ІС). Дані підрахунків вказують, що коливання у групі складало від 10,376 до 57,057 %. Проведені підрахунки принципово не змінили склад групи із сортів малостійких до стресів, але дещо розширили його. За нашими даними до такої групи (з коливанням понад 40 %) потрапили: всі сорти селекції Інституту круп'яних культур Подільського АТУ (Хмельницька обл.), Ольга, Рута, Софія (Київська обл.), Детермінантна 8, П-620 (Полтавська обл.). Близькими до них (коливання 30–40 %) також були значення у сортів різного географічного походження: Надійна, СИН 3/02, П-330, П-332, П-455, П-485, Ярославна, Сумчанка, Грушовская. Найбільш стійкими до впливу стрес-факторів показали себе сорти, у яких коливання рівня урожайності не перевищувало 20 %, – Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ілія, Чаровніца, Марта, Ареса та Лакнея (Республіка Білорусь), Уфимская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Кетавасе (Японія). Така диференціація досліджуваного генофонду особливо важлива селекціонерам, тому що дає змогу більш чітко розподіляти вихідний матеріал за шуканими характеристиками. Водночас лише частина цих зразків у період вивчення показала себе високоврожайним матеріалом (понад 0,220 кг/м²) – Руслана, Слобожанка, Марта, Ареса та Батир. Інші сорти мали низьку реакцію на зміну умов вирощування, але такий результат виявився на фоні невисоких урожайних характеристик.

Запропонована група показників дала змогу розділити групу вивчення і виокремити цінний для селекції матеріал. Винайшли такі зразки: з підвищеними параметрами урожайності, але зі значним коливанням цього показника; матеріал, що володіє підвищеною урожайністю та проявляє стабільність у формуванні її рівня в роки з екстремальними погодними умовами; сорти, що мають високу генетичну пластичність.

Селекція на підвищений гомеостаз здатна розв'язати питання створення сортів з підвищеними адаптивними характеристиками. Тому оцінка адаптивних властивостей є пріоритетним напрямом при доборі вихідного матеріалу та оцінці самих сортів, що пропонуються виробникам. Багато авторів запропонували методи визначення гомеостатичності сортового матеріалу, серед яких особливо часто використовують методики В. В. Хангільдіна і Н. А. Литвиненко (гомеостатичність (Ном) і селекційну цінність (Sc)) [20]. При цьому враховується, що вища гомеостатичність визначає нижчу варіабельність врожаю та суттєве зменшення його величини в екстремальних несприятливих умовах.

За даними вивчення, підвищеним рівнем гомеостатичності (Ном>20) вирізнялися сорти гречки – Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца і Лакнея (Республіка Білорусь), Уфимская, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада). Ці сорти найбільш стабільно реалізовували свій генетичний потенціал у змінних умовах середовища. Найбільш низькою (Ном<10 %) гомеостатичність виявилася у досить урожайних (понад 0,210 кг/м²), але сильно чутливих до зміни параметрів середовища сортів – Єлена, Ольга, СИН 3/02, Софія, П-330, Ярославна, Сумчанка.

До групи найбільш цінних зразків за показником селекційної цінності ($Sc \geq 0,170$) як головного критерію включення матеріалу до селекційного процесу зі створення нових сортів з підвищеними параметрами урожайних і адаптивних характеристик за результатами дослідження було включено такі сорти: Роксолана, Володар (Хмельницька обл.), П-332, П-455, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), Селяночка, Слобожанка (Сумська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта (Республіка Білорусь), Агідель, Уфимская, Батир, Мордовская 124 (російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада). Цей показник дозволяє виділити сорти з поєднанням підвищеної урожайності та стабільного прояву її за кроками.

Висновки

Застосування статистичних методів оцінки селекційного матеріалу є обов'язковою складовою частиною процесу добору, оцінки та опису вихідних форм при створенні сортів та гібридів. Аналіз величезного набору зразків за комплексом параметрів продуктивності та стійкості до абіотичних чинників середовища неможливий без застосування оцінки реакції на зміну умов вирощування. Сорти мають різний рівень урожайності в місцях проведення дослідження, часто знижений через суттєву різницю в типовості місця їх селектування і місця випробування. За рівнем прояву особливо комплексних показників важко виявити їхній потенціал без застосування певних методик статистичного аналізу. Сорт може не мати максимальних показників за врожайністю чи іншими характеристиками, але виявлена стабільність реалізації продуктивних параметрів робить його унікальним селекційним ресурсом за параметрами стійкості до абіотичних чинників середовища.

За комплексом характеристик до групи стабільних сортів було віднесено такі: Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея (Республіка Білорусь), Уфимская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія), Арно (Канада).

Більш пластичними виявлено сорти Єлена, Подолянка, Роксолана, Популяція 7/07 (Хмельницька обл.), Ольга, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-455, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ареса (Татарстан), Ceska Krajova (Чехія).

До групи найбільш цінних зразків за показником селекційної цінності було включено такі сорти: Роксолана, Володар (Хмельницька обл.), П-332, П-455, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), Селяночка, Слобожанка (Сумська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта (Республіка Білорусь), Агідель, Уфимская, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому уся колекція буде оцінена за допомогою запропонованих методів, отриману інформацію кожного зразка передадуть селекціонерам разом із насінням.

References

1. Fesenko, N. V., Feseanko, N. N., Romanova, O. I., Alekseeva, E. S., & Suvorova, G. N. (2006). *Genofond i selekcija krupjanyh kul'tur*. Grechiha. V. A. Dragavceva (Ed.). Sankt-Peterburg: GNC RF VIR [In Russian].
2. Alekseeva, O. S., Taranenko, L. K., & Malyna, M. M. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasinnytstvo hrechky*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
3. Ploschi pid hrechkou v Ukraini skorotylysia v 20 raziv. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2813723-plosi-pid-greckou-v-ukraini-skorotilisa-v-20-raziv.html> [In Ukrainian].
4. Prokopenko, O. (Ed.) (2020). *Roslynnnytstvo*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Retrieved from: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_rosl_2020.pdf [In Ukrainian].
5. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Taranenko, L. K., Bochkareva, L. P., Malyna, M. M., Rarok, V. A., & Jacishin, O. L. (2005). *Istorija kul'tury, botanicheskie i biologicheskie osobennosti. Kul'tura hrechih. I*. Kamenec-Podol'skij: Izdatel' Moschak M. I. [In Russian].
6. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Taranenko, L. K., Bochkareva, L. P., Malyna, M. M., Rarok, V. A., & Jacishin, O. L. (2005). *Selekcija i semenovodstvo hgrechihi. Kul'tura hrechih. II*. Kamenec-Podol'skij: Izdatel' Moschak M. I. [In Russian].
7. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Marenych, M. M., & Liashenko, V. V. (2020). The estimation of weather-climatic factors' effect on the level of yield of buckwheat certified seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 12–18. doi: 10.31210/visnyk2020.02.01.
8. Alekseeva, O. S. (2005). Hrechka – osnovna krupiana kultura v Ukraini. *Zbirnyk Naukovykh Prats Podil'skoho Derzhavnoho Ahrarno-tekhničnogo Universytetu*, 13, 12–15 [In Ukrainian].
9. Aleksanjan, S. M. (2002). *Agrobioraznoobrazie i geopolitika*. Sankt-Peterburg: GNC RF VIR [In Russian].
10. Rjabchun, V. K. (2004). Systema henetychnyh resursiv Roslyn Ukrainy. *Plant Genetic Resources*, 1, 8–15. [In Ukrainian].

11. Tryhub, O. V., & Burdyga, V. M. (2015). Formuvannja kolekcii svitovogo genofondu Roslyn hrechky v Ukraini i shljahy joho vykorystannja. *Posibnyk Ukrajin's'kogo Hliboroba*, 5, 118–123. [In Ukrainian].
12. *Zvity Ustumivs'koi doslidnoji stancii 2014–2020 roky* [In Ukrainian].
13. Tryhub, O. V., Kharchenko, Yu. V., Riabchun, V. K., Hryhorashchenko, L. V., & Dokukina, K. I. (2013). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu Hrechky (Fagopyrum Mill.)*. Ustymivka [In Ukrainian].
14. Tkachyk, S. O., Prysazhnuk, O. I., & Leschuk, N. V. (2017). *Metodyka provedennja kvalifikaciinoji ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist' do poshyrennja v Ukraini. Zahal'na chastyna. 4*. Vinnycja: FOP Korzun D. U. [In Ukrainian].
15. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennja ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovyh, krupjanyh I zernobovyh na prydatnist' do poshyrennja v Ukraini*. Vinnycja: FOP Korzun D. U. [In Ukrainian].
16. Dosphehov, B. A. (1979). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Kolos [In Russian].
17. Pakudin, V. Z., & Lopatina, L. M. (1984). Ocenka ekologicheskoi plastichnosti I stabil'nosti sortov sel'skohozjaistvennyh kul'tur. *Agricultural Biology*, 4, 109–113. [In Russian].
18. Popolzhukhin, P. V., Nikolaev, P. N., Anis'kov, N. I., Yusova, O. A., & Safonova, I. V. (2018). Ocenka produktivnosti i adaptivnyh svojstv sortov jarocho jachmenja v uslovijah Sibirskoho Priirtysh'ja. *Zemledelie*, 3, 40–43. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10309 [In Russian].
19. Udachin, R. A., & Holovchenko, A. P. (1990). Metodika ocenki ekologicheskoi plastichnosti sortov pshenicy. *Plant breeding and Seed Investigation*, 5, 2–6. [In Russian].
20. Hangil'din, V. V. (1986). Parametry ocenki homeostatichnosti sortov I selekcionnyh linij v ispytaniyah kolosovyh kul'tur. *Nauchno-tehnicheskij bulleten' Vsesouz'nogo Selekcionno-Geneticheskogo Institute*, 2 (60), 36–41. [In Russian].
21. Taranenko, L. K. (1989). Geneticheskoe obosnovanie sovershenstvovanija metodov selekcii grechihi *Fagopyrum esculentum* Moench. *Doctor's thesis*. Ukrainskij nauchno-issledovatel'skij institut rastenievodstva, selekcii i genetiki im. V. YA. YUr'eva, Har'kov [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тригуб О. В., Куценко О. М., Ляшенко В. В., Дудка К. О. Оцінка урожайності та адаптивних характеристик генофонду гречки. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 27–36.

© Тригуб Олег Володимирович, Куценко Олександр Михайлович, Ляшенко Віктор Васильович,
Дудка Каріна Олександрівна, 2021